

日 本 国 特 許 庁  
PATENT OFFICE  
JAPANESE GOVERNMENT

J 688 U.S. PRO  
89/456151



別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載され  
る事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed  
in this Office.

出 願 年 月 日  
Date of Application:

1 9 9 8 年 1 2 月 1 4 日

願 番 号  
Application Number:

平成 1 0 年 特 許 願 第 3 5 4 3 4 1 号

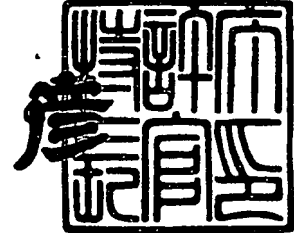
願 人  
Applicant (s):

アルプス電気株式会社

1 9 9 9 年 1 0 月 1 5 日

特 許 庁 長 官  
Commissioner,  
Patent Office

近 藤 隆 彦



【書類名】 特許願

【整理番号】 981152AL

【提出日】 平成10年12月14日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 G11B 5/39

【発明の名称】 磁気抵抗効果素子を有する基板及びその製造方法、なら  
びに磁気抵抗効果素子を有する基板の加工方法

【請求項の数】 23

【発明者】

【住所又は居所】 東京都大田区雪谷大塚町1番7号 アルプス電気株式会  
社内

【氏名】 佐藤 清

【発明者】

【住所又は居所】 東京都大田区雪谷大塚町1番7号 アルプス電気株式会  
社内

【氏名】 菅井 勝弥

【特許出願人】

【識別番号】 000010098

【氏名又は名称】 アルプス電気株式会社

【代表者】 片岡 政隆

【代理人】

【識別番号】 100085453

【弁理士】

【氏名又は名称】 野▲崎▼ 照夫

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 041070

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

特平 10-354341

【物件名】	図面	1
【物件名】	要約書	1
【プルーフの要否】	要	

【書類名】 明細書

【発明の名称】 磁気抵抗効果素子を有する基板及びその製造方法、ならびに磁気抵抗効果素子を有する基板の加工方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 基板上に下部シールド層とその上の下部ギャップ層とが形成され、磁気抵抗効果を発揮する多層膜と前記多層膜に導通する電極層を有する複数の磁気抵抗効果素子、及び前記磁気抵抗効果素子と実質的に同じ構成の加工用のモニター素子とが、前記下部ギャップ層上に並んで配置された基板において、前記モニター素子と下部シールド層との間には、前記下部ギャップ層の他に絶縁層が A B S 面に露出して形成され、A B S 面に現れるモニター素子と下部シールド層との間隔が、同じく A B S 面に現れる前記磁気抵抗効果素子と下部シールド層との間隔よりも広いことを特徴とする磁気抵抗効果素子を有する基板。

【請求項 2】 前記下部ギャップ層の膜厚と絶縁層の膜厚とを合わせた総膜厚は 7 0 0 オングストローム以上である請求項 1 記載の磁気抵抗効果素子を有する基板。

【請求項 3】 下部シールド層上に絶縁層が形成され、さらに前記絶縁層の上に下部ギャップ層が形成されており、前記下部ギャップ層の上に前記モニター素子が形成されている請求項 1 または 2 に記載の磁気抵抗効果素子を有する基板。

【請求項 4】 下部シールド層表面に凹部が形成され、この凹部内に絶縁層が形成されており、さらに前記絶縁層の上に下部ギャップ層を介してモニター素子が形成されている請求項 3 記載の磁気抵抗効果素子を有する基板。

【請求項 5】 前記下部シールド層の凹部内に形成された絶縁層表面と、下部シールド層表面とが同一平面状で形成されている請求項 4 記載の磁気抵抗効果素子を有する基板。

【請求項 6】 前記絶縁層が下部シールド層の表面に重ねられて、絶縁層の上面と下部シールド層の表面との間に段差が形成され、前記段差の部分で、前記絶縁層の側面に、傾斜面が形成されている請求項 3 記載の磁気抵抗効果素子を有する基板。

【請求項 7】 前記絶縁層は、 $\text{SiO}_2$ 、 $\text{Ta}_2\text{O}_5$ 、 $\text{TiO}$ 、 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 、 $\text{Si}_3\text{N}_4$ 、 $\text{AlN}$ あるいは $\text{WO}_3$ のうちいずれかの絶縁材料で形成されている請求項 1 ないし 6 に記載の磁気抵抗効果素子を有する基板。

【請求項 8】 前記絶縁層は、磁気抵抗効果素子を構成する前記多層膜の下側を除く領域で、且つ磁気抵抗効果素子を構成する電極層の下側にまで形成されている請求項 1 ないし 7 のいずれかに記載の磁気抵抗効果素子を有する基板。

【請求項 9】 基板上に下部シールド層とその上の下部ギャップ層とが形成され、磁気抵抗効果を発揮する多層膜と前記多層膜に導通する電極層を有する複数の磁気抵抗効果素子、及び前記磁気抵抗効果素子と実質的に同じ構成の加工用のモニター素子とが、前記下部ギャップ層上に並んで配置された基板において、前記磁気抵抗効果素子とモニター素子の上には上部ギャップ層の他に、絶縁層が A B S 面に露出して形成され、A B S 面に現れるモニター素子と上部シールド層との間隔が、同じく A B S 面に現れる前記磁気抵抗効果素子と上部シールド層との間隔よりも広いことを特徴とする磁気抵抗効果素子を有する基板。

【請求項 10】 前記上部ギャップ層の膜厚と絶縁層の膜厚とを合わせた総合膜厚は 700 オングストローム以上である請求項 9 記載の磁気抵抗効果素子を有する基板。

【請求項 11】 前記絶縁層は、磁気抵抗効果素子を構成する前記多層膜の上側を除く領域で、且つ磁気抵抗効果素子を構成する電極層の上側にまで形成されている請求項 10 記載の磁気抵抗効果素子を有する基板。

【請求項 12】 磁気抵抗効果素子の電極層に重なる領域にまで形成されている絶縁層は、A B S 面から露出して形成される請求項 8 または 11 記載の磁気抵抗効果素子を有する基板。

【請求項 13】 基板の上に下部シールド層を形成した後、リフトオフ用のレジスト層を前記下部シールド層の上に形成する工程と、

前記レジスト層が形成されていない下部シールド層表面をエッチングで一定の深さだけ除去して、前記下部シールド層表面に凹部を形成する工程と、

前記下部シールド層表面に形成された凹部内に絶縁層を形成し、その後、前記レジスト層を除去する工程と、

前記下部シールド層及び絶縁層の上に下部ギャップ層を形成する工程と、  
 絶縁層が形成されていない下部ギャップ層の上に、磁気抵抗効果を発揮する多層膜と前記多層膜に導通する電極層とを有する複数の磁気抵抗効果素子を、また絶縁層が形成されている下部ギャップ層の上に、磁気抵抗効果素子と実質的に同じ構成の加工用のモニター素子とを互いに列を成すように形成する工程と、  
 を有することを特徴とする磁気抵抗効果素子を有する基板の製造方法。

【請求項 14】 下部シールド層の表面に形成される前記凹部を、磁気抵抗効果素子の電極層が形成されるべき位置にまで形成し、前記凹部内に絶縁層を形成した後、磁気抵抗効果素子の電極層を、絶縁層と重なる下部ギャップ層の上に形成する請求項 13 記載の磁気抵抗効果素子を有する基板の製造方法。

【請求項 15】 下部シールド層の表面に形成される前記凹部を、少なくとも磁気抵抗効果素子の前記多層膜よりも後方側において電極層の下側に形成する請求項 14 記載の磁気抵抗効果素子を有する基板の製造方法。

【請求項 16】 基板の上に下部シールド層を形成し、さらに前記下部シールド層の上に絶縁材料層を形成する工程と、

前記絶縁材料層の上にレジスト層を形成して、レジスト層で覆われていない絶縁材料層をエッチングによって除去し、レジスト層の下側に形成された絶縁材料層を絶縁層として残す工程と、

前記レジスト層を除去し、絶縁層上から下部シールド層上にかけて下部ギャップ層を形成する工程と、

絶縁層が形成されていない下部ギャップ層の上に、磁気抵抗効果を発揮する多層膜と前記多層膜に導通する電極層とを有する複数の磁気抵抗効果素子を、また絶縁層が形成されている下部ギャップ層の上に、磁気抵抗効果素子と実質的に同じ構成の加工用のモニター素子とを互いに列を成すように形成する工程と、  
 を有することを特徴とする磁気抵抗効果素子を有する基板の製造方法。

【請求項 17】 前記絶縁層を、磁気抵抗効果素子の電極層が形成される下側にまで形成し、磁気抵抗効果素子の電極層を、絶縁層と重なる下部ギャップ層の上に形成する請求項 16 記載の磁気抵抗効果素子を有する基板の製造方法。

【請求項 18】 磁気抵抗効果素子の電極層の下側にまで形成された絶縁層

を、ABS面から露出するように形成する請求項17記載の磁気抵抗効果素子を有する基板の製造方法。

【請求項19】 前記絶縁層の側部に傾斜面を形成する請求項16ないし18のいずれかに記載の磁気抵抗効果素子を有する基板の製造方法。

【請求項20】 等方性エッチングを使用して、絶縁層の側部に傾斜面を形成する請求項19記載の磁気抵抗効果素子を有する基板の製造方法。

【請求項21】 絶縁材料層の上にレジスト層を形成した後、前記レジスト層を熱処理することによって、前記レジスト層の側部に傾斜面を形成し、異方性エッチングを使用して、前記レジスト層下に残された絶縁層の側部に傾斜面を形成する請求項19記載の磁気抵抗効果素子を有する基板の製造方法。

【請求項22】 前記絶縁材料層を、 $\text{SiO}_2$ 、 $\text{Ta}_2\text{O}_5$ 、 $\text{TiO}$ 、 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 、 $\text{Si}_3\text{N}_4$ 、 $\text{AlN}$ あるいは $\text{WO}_3$ のうちいずれかの絶縁材料で形成する請求項13ないし21のいずれかに記載の磁気抵抗効果素子を有する基板。

【請求項23】 請求項1ないし12のいずれかに記載された磁気抵抗効果素子を有する基板を用い、前記モニター素子の電極層間の直流抵抗値を測定しながら、所定の直流抵抗値に達するまで、磁気抵抗効果素子及びモニター素子のABS面からハイト方向に研削加工することを特徴とする磁気抵抗効果素子を有する基板の加工方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、磁気抵抗効果を発揮する磁気抵抗効果素子と同じ構造で形成され、且つ前記磁気抵抗効果素子の直流抵抗値を測定するためのモニター素子が形成された基板において、直流抵抗の測定時に、前記モニター素子がショートしないように、モニター素子の上下に形成されるギャップ層部分の構造を改善した磁気抵抗効果素子を有する基板及びその製造方法、ならびに磁気抵抗効果素子を有する基板の加工方法に関する。

【0002】

## 【従来の技術】

図20は、従来の磁気抵抗効果素子を有する基板をABS面側から見た部分断面図である。

図20に示すように、例えば $Al_2O_3-TiC$ （アルミナーチタンカーバイト）からなる基板1の上には、 $Al_2O_3$ などの下地絶縁層13が形成されている。また前記下地絶縁層13の上には、NiFe合金などの磁性材料で形成された下部シールド層12が形成され、さらに前記下部シールド層12の上には、 $Al_2O_3$ などの絶縁材料から成る下部ギャップ層3が形成されている。

## 【0003】

そして図20に示すように、複数の磁気抵抗効果素子4と、1つのモニター素子5とが、下部ギャップ層3上であって、ABS面方向（図示X方向）に一列に並んで形成されている（なおインダクティブヘッドは図示されていない）。

## 【0004】

図20に示すように磁気抵抗効果素子4の中央部には、例えば反強磁性層、固定磁性層、非磁性導電層、及びフリー磁性層で構成されたスピバルブ膜（GMR素子の1種）から成る多層膜6が形成されている。前記スピバルブ膜は巨大磁気抵抗効果を利用した素子であり、記録媒体からの洩れ磁界の変化に応じて電気抵抗が変わり、これにより記録信号が検出されるようになっている。また図に示すように前記多層膜6の両側には、Cr（クロム）などの非磁性金属材料で形成された電極層7が形成されている。

## 【0005】

また前記モニター素子5も、前記磁気抵抗効果素子4と全く同じ構造で形成されている。すなわち、前記モニター素子5の中央部には磁気抵抗効果を発揮する多層膜8が形成され、前記多層膜の両側には、Cr（クロム）などの電極層9が形成されている。磁気抵抗効果素子4とモニター素子5は、下部ギャップ層3上に同時にパターン形成される。

## 【0006】

図20に示すように前記磁気抵抗効果素子4及びモニター素子5の上には、 $Al_2O_3$ などの絶縁材料で形成された上部ギャップ層10が形成され、さらに前記



上部ギャップ層 10 の上には Ni Fe 合金（パーマロイ）などで形成された上部シールド層 11 が形成されている。

【0007】

ところで、モニター素子 5 は、前記モニター素子 5 と同列に形成された複数の磁気抵抗効果素子 4 の直流抵抗（DCR）をある所定値に定めるために設けられた、いわゆる加工用モニターであり、加工用モニターとしての役割を果たした後、前記モニター素子は除去される。

【0008】

磁気抵抗効果素子 4 の直流抵抗（DCR）をある所定値に定めるためには、前記モニター素子 5 を構成する電極層 9 間の直流抵抗を測定しながら、磁気抵抗効果素子 4 及びモニター素子 5 の ABS 面（図示 X 方向）を研削加工する（ハイト出し）。そして、所定の直流抵抗値となったら、前記 ABS 面の研削加工を終了する。

【0009】

前述したように、複数の磁気抵抗効果素子 4 及び 1 つのモニター素子 5 は同じ構造で、しかも ABS 面と平行に一列上に形成されているので、前記磁気抵抗効果素子 4 及びモニター素子 5 のハイト方向（図示 Y 方向）の長さ寸法はすべて同じ寸法であり、したがって、前記 ABS 面の研削加工によって、複数の磁気抵抗効果素子 4 及びモニター素子 5 を、すべて同じ直流抵抗値に設定できる。

【0010】

すなわち、研削加工を施してモニター素子 5 の直流抵抗値がある所定の直流抵抗値に達すると、磁気抵抗効果素子 4 側の直流抵抗値も所定の直流抵抗値に達していることになる。

【0011】

【発明が解決しようとする課題】

しかし、前記モニター素子 5 を構成する電極層 9 間の直流抵抗を測定しながら、磁気抵抗効果素子 4 及びモニター素子 5 の ABS 面を研削加工している際に、ABS 面に露出しているシールド層 12, 11 及び電極層 9 がスミアリング（だれ）を起し、前記電極層 7 と前記シールド層 12, 11 とが電氣的に接触し、前

記電極層 7 とシールド層 12, 11 間がショートすることがわかった。

【0012】

例えば図 21 に示すように、モニター素子 5 の下側に形成されている下部シールド層 12 にだれ 12a が発生し、このだれ 12a と電極層 9 とが電氣的に接続された状態になる。このため、モニター素子 5 の電極層 9 間での直流抵抗 (DCR) を正確に測定できず、磁気抵抗効果素子 4 のハイト方向 (図示 Y 方向) への長さ寸法を所定の直流抵抗を示す寸法値で形成することができなかった。

【0013】

特に、下部ギャップ層 3 の厚さ寸法で決定されるギャップ長 G1 と、上部ギャップ層 10 の厚さ寸法で決定されるギャップ長 G2 が、700 オングストローム以下になると上記問題点は顕著に表れることが確認されている。

【0014】

なお ABS 面の研削加工によって、モニター素子 5 における電極層 9 とシールド層 12, 11 間のみならず、例えば図 21 に示すように、磁気抵抗効果素子 4 の下側に形成されている下部シールド層 12 にもだれ 12a が発生し、磁気抵抗効果素子 4 の電極層 7 とシールド層 12 間も電氣的に接続された状態となるが、研削加工終了後に、磁気抵抗効果素子 4 の ABS 面はラップ加工が施されて、だれた電極層 7 とシールド層 12, 11 は除去されるので、製品化された磁気ヘッドにおける前記磁気抵抗効果素子 4 の電極層 7 とシールド層 12, 11 間は電氣的に絶縁状態に保たれている。

【0015】

本発明は上記問題点を解決するためのものであり、特に、モニター素子における電極層とシールド層間でのショートを防止し、ハイト出し加工を施しながら、正確に直流抵抗を測定できる磁気抵抗効果素子を有する基板及びその製造方法、ならびに磁気抵抗効果素子を有する基板の加工方法を提供することを目的としている。

【0016】

【課題を解決するための手段】

本発明は、基板上に下部シールド層とその上の下部ギャップ層とが形成され、

磁気抵抗効果を発揮する多層膜と前記多層膜に導通する電極層を有する複数の磁気抵抗効果素子、及び前記磁気抵抗効果素子と実質的に同じ構成の加工用のモニター素子とが、前記下部ギャップ層上に並んで配置された基板において、前記モニター素子と下部シールド層との間には、前記下部ギャップ層の他に絶縁層がABS面に露出して形成され、ABS面に現れるモニター素子と下部シールド層との間隔が、同じくABS面に現れる前記磁気抵抗効果素子と下部シールド層との間隔よりも広いことを特徴とするものである。

## 【0017】

本発明では、前記下部ギャップ層の膜厚と絶縁層の膜厚とを合わせた総合膜厚は700オングストローム以上であることが好ましい。

## 【0018】

本発明における基板の具体的な構造としては、下部シールド層上に絶縁層が形成され、さらに前記絶縁層の上に下部ギャップ層が形成されており、前記下部ギャップ層の上に前記モニター素子が形成されていることが好ましい。

## 【0019】

上記構造の一例としては、下部シールド層表面に凹部が形成され、この凹部内に絶縁層が形成されており、さらに前記絶縁層の上に下部ギャップ層を介してモニター素子が形成されていることが好ましい。

## 【0020】

また前記下部シールド層の凹部内に形成された絶縁層表面と、下部シールド層表面とが同一平面状で形成されていることがより好ましい。

## 【0021】

または本発明では、前記絶縁層が下部シールド層の表面に重ねられて、絶縁層の上面と下部シールド層の表面との間に段差が形成され、前記段差の部分で、前記絶縁層の側面に、傾斜面が形成されていてもよい。

## 【0022】

また本発明では、前記絶縁層は、 $\text{SiO}_2$ 、 $\text{Ta}_2\text{O}_5$ 、 $\text{TiO}$ 、 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 、 $\text{Si}_3\text{N}_4$ 、 $\text{AlN}$ あるいは $\text{WO}_3$ のうちいずれかの絶縁材料で形成されていることが好ましい。

【0023】

さらに本発明では、前記絶縁層は、磁気抵抗効果素子を構成する前記多層膜の下側を除く領域で、且つ磁気抵抗効果素子を構成する電極層の下側にまで形成されていてもよい。

【0024】

また本発明は、基板上に下部シールド層とその上の下部ギャップ層とが形成され、磁気抵抗効果を発揮する多層膜と前記多層膜に導通する電極層を有する複数の磁気抵抗効果素子、及び前記磁気抵抗効果素子と実質的に同じ構成の加工用のモニター素子とが、前記下部ギャップ層上に並んで配置された基板において、前記磁気抵抗効果素子とモニター素子の上には上部ギャップ層の他に、絶縁層がABS面に露出して形成され、ABS面に現れるモニター素子と上部シールド層との間隔が、同じくABS面に現れる前記磁気抵抗効果素子と上部シールド層との間隔よりも広いことを特徴とするものである。

【0025】

本発明では、前記上部ギャップ層の膜厚と絶縁層の膜厚とを合わせた総合膜厚は700オングストローム以上であることが好ましい。

【0026】

また、前記絶縁層は、磁気抵抗効果素子を構成する前記多層膜の上側を除く領域で、且つ磁気抵抗効果素子を構成する電極層の上側にまで形成されていてもよい。

【0027】

さらに、磁気抵抗効果素子の電極層に重なる領域にまで形成されている絶縁層は、ABS面から露出して形成されていてもよい。

【0028】

さらに本発明は、磁気抵抗効果素子を有する基板の製造方法において、  
 基板の上に下部シールド層を形成した後、リフトオフ用のレジスト層を前記下部シールド層の上に形成する工程と、  
 前記レジスト層が形成されていない下部シールド層表面をエッチングで一定の深さだけ除去して、前記下部シールド層表面に凹部を形成する工程と、

前記下部シールド層表面に形成された凹部内に絶縁層を形成し、その後、前記レジスト層を除去する工程と、

前記下部シールド層及び絶縁層の上に下部ギャップ層を形成する工程と、

絶縁層が形成されていない下部ギャップ層の上に、磁気抵抗効果を発揮する多層膜と前記多層膜に導通する電極層とを有する複数の磁気抵抗効果素子を、また絶縁層が形成されている下部ギャップ層の上に、磁気抵抗効果素子と実質的に同じ構成の加工用のモニター素子とを互いに列を成すように形成する工程と、  
を有することを特徴とするものである。

【0029】

本発明では、下部シールド層の表面に形成される前記凹部を、磁気抵抗効果素子の電極層が形成されるべき位置にまで形成し、前記凹部内に絶縁層を形成した後、磁気抵抗効果素子の電極層を、絶縁層と重なる下部ギャップ層の上に形成してもよい。

【0030】

また本発明では、下部シールド層の表面に形成される前記凹部を、少なくとも磁気抵抗効果素子の前記多層膜よりも後方側において電極層の下側に形成することが好ましい。

【0031】

さらに本発明は、磁気抵抗効果素子を有する基板の製造方法において、

基板の上に下部シールド層を形成し、さらに前記下部シールド層の上に絶縁材料層を形成する工程と、

前記絶縁材料層の上にレジスト層を形成して、レジスト層で覆われていない絶縁材料層をエッチングによって除去し、レジスト層の下側に形成された絶縁材料層を絶縁層として残す工程と、

前記レジスト層を除去し、絶縁層上から下部シールド層上にかけて下部ギャップ層を形成する工程と、

絶縁層が形成されていない下部ギャップ層の上に、磁気抵抗効果を発揮する多層膜と前記多層膜に導通する電極層とを有する複数の磁気抵抗効果素子を、また絶縁層が形成されている下部ギャップ層の上に、磁気抵抗効果素子と実質的に同

じ構成の加工用のモニター素子とを互いに列を成すように形成する工程と、有することを特徴とするものである。

【0032】

本発明では、前記絶縁層を、磁気抵抗効果素子の電極層が形成される下側にまで形成し、磁気抵抗効果素子の電極層を、絶縁層と重なる下部ギャップ層の上に形成してもよい。

【0033】

また本発明では、磁気抵抗効果素子の電極層の下側にまで形成された絶縁層を、ABS面から露出するように形成してもよい。

さらに本発明では、前記絶縁層の側部に傾斜面を形成することが好ましい。

【0034】

本発明では、等方性エッチングを使用して、絶縁層の側部に傾斜面を形成することが好ましい。

【0035】

あるいは、絶縁材料層の上にレジスト層を形成した後、

前記レジスト層を熱処理することによって、前記レジスト層の側部に傾斜面を形成し、異方性エッチングを使用して、前記レジスト層下に残された絶縁層の側部に傾斜面を形成することが好ましい。

【0036】

本発明では、前記絶縁材料層を、 $\text{SiO}_2$ 、 $\text{Ta}_2\text{O}_5$ 、 $\text{TiO}$ 、 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 、 $\text{Si}_3\text{N}_4$ 、 $\text{AlN}$ あるいは $\text{WO}_3$ のうちいずれかの絶縁材料で形成することが好ましい。

【0037】

また本発明は、磁気抵抗効果素子を有する基板の加工方法において、

前述した磁気抵抗効果素子を有する基板を用い、前記モニター素子の電極層間の直流抵抗値を測定しながら、所定の直流抵抗値に達するまで、磁気抵抗効果素子及びモニター素子のABS面からハイト方向に研削加工することを特徴とするものである。

【0038】

スピンバルブ膜（GMR素子の1種）などで構成された磁気抵抗効果素子を有する磁気ヘッドスライダは、まず、複数の磁気抵抗効果素子が形成されたウエハー状の形体から、様々な加工が施されることにより形成される。

【0039】

ところで、前記スライダに形成された磁気抵抗効果素子の露出面をABS面と称し、記録媒体信号の再生時において、この露出するABS面が記録媒体と対向する。また、ABS面に垂直方向であって、前記ABS面が記録媒体と対向する際における前記記録媒体から離れる方向をハイト方向と称しているが、このハイト方向における磁気抵抗効果素子の長さ寸法は、前記磁気抵抗効果素子の直流抵抗を決定する上で非常に重要な寸法である。

【0040】

磁気抵抗効果素子のハイト方向への長さを、前記直流抵抗との関係から所定寸法に研削加工（ハイト出し加工）するために、前記磁気抵抗効果素子と全く同じ構造を有するモニター素子を、基板上に形成された磁気抵抗効果素子の形成位置と同列上に形成し、このモニター素子の直流抵抗を測定しながら、磁気抵抗効果素子及びモニター素子のABS面に対してハイト出し加工を施している。そして、所定の直流抵抗値となった時点でハイト出し加工を終了すると、磁気抵抗効果素子は、所定の直流抵抗を有するハイト方向の長さ寸法によって形成された状態となっている。

【0041】

しかしながら、今日における高記録密度化に伴い、モニター素子の上下に形成されているギャップ層の膜厚が小さくなると、ハイト出し加工によって、前記ギャップ層の上下に形成されて、ABS面に露出しているシールド層がスメアリング（だれ）を生じ、直流抵抗の測定時に、ABS面におけるモニター素子と、シールド層との間で、ショートを起こすといった問題があった。

【0042】

特に、ハイト出し加工では、モニター素子の下側に形成されている下部シールド層から、モニター素子の上側に形成されている上部シールド層方向にかけて、モニター素子のABS面を研削加工していること、及び、実際には、モニター素

子の下側に形成される下部ギャップ層の膜厚が、モニター素子の上側に形成される上部ギャップ層の膜厚よりも小さく形成されることなどから、下部シールド層にスミアリングが生じると、ABS面における下部シールド層と、モニター素子との間で、電氣的な接続が発生しやすく、大きな問題となる。

【0043】

そこで本発明では、モニター素子と下部シールド層との間に、下部ギャップ層以外に、絶縁層を設け、従来よりも、前記モニター素子と下部シールド層との間隔を広くすることにより、たとえABS面に露出している前記下部シールド層にスミアリングが生じて、前記モニター素子と下部シールド層間に電氣的な接続が発生するのを防止することができる。

【0044】

【発明の実施の形態】

図1は、本発明における磁気抵抗効果素子を有する基板の形状を示す斜視図、図2は、図1に示す基板の2-2線の部分断面図である。

図1には、複数の磁気抵抗効果素子が成膜された $Al_2O_3-TiC$ （アルミナ-チタンカーバイト）製の円形状のウェハーを、4角形のブロック状に加工した基板20が図示されている。

【0045】

図1に示すように基板20上には、磁気抵抗効果素子21が図示X方向及びY方向に等間隔で形成され、この図示X方向の最も左側に形成された磁気抵抗効果素子を、モニター素子22としている。

【0046】

すなわち図1に示すように、複数の磁気抵抗効果素子21と1つのモニター素子22が図示X方向に一行に形成されて磁気抵抗効果素子形成領域Aが構成されている。そして、複数の磁気抵抗効果素子21と1つのモニター素子22とで構成される磁気抵抗効果素子形成領域Aが、基板20上に図示Y方向に複数列設けられている。

【0047】

基板20の正面23は、ABS面（Air Bearing Surface



）と呼ばれており、今、このABS面23に、Y方向の最も図示手前側の磁気抵抗効果素子形成領域Aを構成する複数の磁気抵抗効果素子21と1つのモニター素子22の正面構造が露出した状態となっている。

## 【0048】

そして前記ABS面23に対し、所定の寸法値だけ研削加工（ハイト出し加工）が施され、さらに前記ABS面にレール部（図示しない）の形成、クラウン形成等の所定の加工が施された後、基板20が24-24線上を符号25方向から切断される。切断された基板20は、複数の磁気抵抗効果素子21と1つのモニター素子22とで構成される磁気抵抗効果素子形成領域Aが1列だけ形成された、いわゆるスライダバーと呼ばれるものであり、前記スライダバーが保持治具に固定された後、前記スライダバーが各磁気抵抗効果素子21間から切断されて、磁気ヘッドスライダが完成する。なお、モニター素子22を有する基板（スライダ）は、最終的に除去され、製品化されることはない。

## 【0049】

図2に示すように、 $Al_2O_3-TiC$ からなる基板20の上には、 $Al_2O_3$ などの下地絶縁層19が形成されている。そして、前記下地絶縁層19の上には、例えばNiFe合金（パーマロイ）で形成された下部シールド層26が形成されている。また前記下部シールド層26の上には、 $SiO_2$ 、 $Al_2O_3$ （アルミナ）、 $Ti_2O_3$ 、 $TiO$ 、 $WO_3$ 、 $Si_3N_4$ 、 $AlN$ などの絶縁材料で形成され、ギャップ長G1を有する下部ギャップ層27が形成されている。そして前記下部ギャップ層27の上に、複数の磁気抵抗効果素子21と、1つのモニター素子22とがX方向（ABS面方向）に一列に並んで形成されている。

## 【0050】

図2に示すように磁気抵抗効果素子21は、例えばスピンバルブ膜に代表される巨大磁気抵抗効果を利用したGMR素子や、異方性磁気抵抗効果を利用したAMR素子で構成された多層膜29と、前記多層膜29の両側に形成されたハードバイアス層（図示しない）とCr（クロム）などで形成された、前記多層膜29に導通する電極層30とで構成されている。なお前記モニター素子22は、磁気抵抗効果素子21と全く同じ構造で形成されている。

## 【0051】

図2に示すように、磁気抵抗効果素子21及びモニター素子22の上には、 $\text{SiO}_2$ 、 $\text{Al}_2\text{O}_3$ （アルミナ）、 $\text{Ti}_2\text{O}_3$ 、 $\text{TiO}$ 、 $\text{WO}_3$ 、 $\text{Si}_3\text{N}_4$ 、 $\text{AlN}$ などの絶縁材料で形成され、ギャップ長G2を有する上部ギャップ層31が形成されている。そして前記上部ギャップ層31の上には、NiFe合金などで形成された上部シールド層32が形成されている。

## 【0052】

上述した下部シールド層26から上部シールド層32までの多層構造体は、製品化された磁気ヘッドの再生ヘッド部に相当する部分である。例えば磁気抵抗効果素子21の多層膜29がスピバルブ膜で構成されている場合、記録媒体からの磁界が図2の紙面垂直方向に侵入してくると、前記スピバルブ膜を構成するフリー磁性層の磁化が変動し、スピバルブ膜を構成する固定磁性層の固定磁化と前記フリー磁性層の変動磁化との関係により直流抵抗が変化し、記録磁界が再生される。

## 【0053】

また、製品化された磁気ヘッドが、再生ヘッドのみで構成されているのではなく、書き込み用のインダクティブヘッドをも有する、いわゆる複合型薄膜磁気ヘッドであってもよい。この場合、図2に示す上部シールド層32の上に、コイルとコアとで構成される書き込み用のインダクティブヘッドが形成される。ただし、最終的に磁気ヘッドとなる部分は、磁気抵抗効果素子21が形成されている基板上20であるため、製品化されないモニター素子22の上にインダクティブヘッドを形成する必要はない。

## 【0054】

図2に示すように、モニター素子22の下側に位置する下部シールド層26表面には、一定の深さ寸法h1及びモニター素子22よりも大きな幅寸法t1で形成された凹部26aが形成されている。そして前記凹部26a内には、 $\text{SiO}_2$ 、 $\text{Al}_2\text{O}_3$ （アルミナ）、 $\text{Ti}_2\text{O}_3$ 、 $\text{TiO}$ 、 $\text{WO}_3$ 、 $\text{Si}_3\text{N}_4$ 、 $\text{AlN}$ などの絶縁材料で形成された絶縁層28が形成されている。なお本発明では、前記絶縁層28の表面と、下部シールド層26の表面とが同一平面状で形成されることが

好ましい。

また前記絶縁層 28 は A B S 面（記録媒体との対向面）から露出して形成されている。

【0055】

本発明では前記絶縁層 28 の形成によって、モニター素子 22 と下部シールド層 26 との間隔が、磁気抵抗効果素子 21 と下部シールド層 26 との間隔よりも大きくなっている。

【0056】

本発明では、絶縁層 28 の膜厚  $h_1$  と下部ギャップ層 27 の膜厚（ギャップ長） $G_1$  とを足した総合膜厚が 700 オングストローム以上であることが好ましい。

【0057】

図 3 は本発明の他の実施形態を示す基板の部分断面図である。

図 3 に示す実施例では、モニター素子 22 が形成されるべき位置の下側であって、下部シールド層 26 上に一定の厚さ寸法  $h_2$  を有し、前記モニター素子 22 の幅寸法よりも大きな幅寸法  $t_2$  を有する絶縁層 35 が形成されている。

【0058】

なお前記絶縁層 35 は、後で詳述するように、プラズマエッチング（等方性エッチング）または R I E エッチング（異方性エッチング）可能な絶縁材料で形成されている必要性があり、本発明では、前記絶縁層 35 が  $S i O_2$ 、 $T a_2 O_5$ 、 $T i O$ 、 $W O_3$ 、 $A l_2 O_3$ 、 $S i_3 N_4$ 、 $A l N$  などの絶縁材料によって形成されている。

【0059】

また、図 3 に示すように、前記絶縁層 35 の側部には傾斜面 35 a が形成されていることが好ましい。

そして、前記絶縁層 35 から、下部シールド層 26 上にかけて下部ギャップ層 27 が形成されている。

【0060】

図 3 に示すように、絶縁層 35 が形成されている下部ギャップ層 27 の上にモ

ニター素子 22 が形成されており、従って、前記モニター素子と、下部シールド層 26 との間隔が、磁気抵抗効果素子 21 と下部シールド層 26 との間隔よりも大きくなっている。

## 【0061】

本発明では、絶縁層 35 の膜厚  $h_2$  と下部ギャップ層 27 の膜厚（ギャップ長） $G_1$  とを足した総合膜厚が 700 オングストローム以上であることが好ましい。なお前記絶縁層 35 は、ABS 面（記録媒体との対向面）に露出して形成されている。

## 【0062】

図 4, 5 は、本発明の他の実施形態を示す基板の部分断面図である。

図 4 に示す実施例では、モニター素子 22 の下側に形成された絶縁層 36 が、磁気抵抗効果素子 21 の電極層 30 の下側にまで形成されている。

## 【0063】

図 4 に示すように、下部シールド層 26 表面には、一定の深さ寸法  $h_3$  を有する凹部 26b が形成されており、この凹部 26b は、モニター素子 22 が形成されるべき下側のみならず、磁気抵抗効果素子 21 の電極層 30 が形成されるべき下側にも形成されている。そして、前記凹部 26b 内に  $Al_2O_3$  や  $SiO_2$  など形成された絶縁層 36 が形成されている。本発明では、絶縁層 36 の膜厚  $h_3$  と下部ギャップ層 27 の膜厚（ギャップ長） $G_1$  とを足した総合膜厚が 700 オングストローム以上であることが好ましい。なおモニター素子 22 の下側に形成された絶縁層 36 は ABS 面から露出して形成されるが、磁気抵抗効果素子 21 の電極層 30 の下側に形成された絶縁層 36 は ABS 面から露出して形成されていても、いなくてもどちらでもよい。

磁気抵抗効果素子 21 の下側に形成される絶縁層 36 は、例えば図 6 に示す点線の範囲である。

## 【0064】

図 6 は、磁気抵抗効果素子 21 の形状を上から見た平面図である。図 6 に示すように、多層膜 29 の両側に形成される電極層 30 は、ABS 面から後方側（ハイト方向）に延びて形成されている。図 6 に示すように、点線の範囲に形成され

た絶縁層 36 は、多層膜 29 下には形成されていない。これは、多層膜 29 の下側に絶縁層 36 が形成されると、実質的に多層膜 29 と下部シールド層 26 間の間隔が広がることによって、ギャップ長  $G_1$  が長くなり、高記録密度化に対応できなくなるからである。

## 【0065】

なお図 4 に示すように、磁気抵抗効果素子 21 の電極層 30 の下側にも絶縁層 36 を設ける理由は、下部ギャップ層 27 の膜厚（ギャップ長  $G_1$ ）がより小さく形成されると、特に図 6 に示すように幅寸法が大きく形成された電極層 30 の後方側と下部シールド層 26 とが、下部ギャップ層 27 に形成されるピンホールなどの発生によって電氣的に接続しやすくなってしまい好ましくないからである。また前述したように、前記絶縁層 36 は A B S 面にまで形成され、前記絶縁層 36 が A B S 面から露出しているもよい。

## 【0066】

図 4 に示すように、磁気抵抗効果素子 21 及びモニター素子 22 の上側には、膜厚（ギャップ長） $G_2$  の上部ギャップ層 31 が形成され、さらに本発明では、モニター素子 22 の上側に、前記上部ギャップ層 31 を介して絶縁層 38 が形成されている。前記絶縁層 38 は、その膜厚が  $h_4$  で形成され、さらに前記絶縁層 38 は、少なくとも前記モニター素子 22 の平面状の大きさを覆うだけの大きさで形成されている。図 4 に示すように、前記絶縁層 38 は、その幅寸法が、モニター素子 22 の幅寸法よりも大きい幅寸法  $t_3$  で形成されている。

## 【0067】

上部ギャップ層 31 の上に絶縁層 38 を設けることで、モニター素子 22 と上部シールド層 32 との間隔は大きくなり、A B S 面の研削加工の際に、例えば前記モニター素子 22 の A B S 面に露出する電極層 34 にスメアリング（だれ）が発生しても、A B S 面における前記モニター素子 22 と上部シールド層 32 との電氣的な絶縁を適切に保つことができる。本発明では、絶縁層 38 の膜厚  $h_4$  と上部ギャップ層 31 の膜厚（ギャップ長） $G_2$  とを足した総合膜厚が 700 オングストローム以上であることが好ましい。

また前記絶縁層 38 は A B S 面から露出して形成されている。

## 【0068】

図5に示す実施例においても、図4に示す実施例と同様に、下部シールド層26上に形成された絶縁層39が、モニター素子22の下側のみならず、磁気抵抗効果素子21の電極層30にまで形成されている。

## 【0069】

また前記絶縁層39が、プラズマエッチング（等方性エッチング）またはRIEエッチング（異方性エッチング）にて形成される場合、本発明では、前記絶縁層39が $\text{SiO}_2$ 、 $\text{Ta}_2\text{O}_5$ 、 $\text{TiO}$ 、 $\text{WO}_3$ 、 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 、 $\text{Si}_3\text{N}_4$ 、 $\text{AlN}$ などの絶縁材料によって形成されている。なお前記絶縁層39がリフトオフ法で形成される場合は、どのような絶縁材料で形成されていてもよい。

## 【0070】

また図5に示すように、前記絶縁層39の側部には傾斜面39aが形成されていることが好ましい。特に図5に示す実施例では、前記絶縁層39が、磁気抵抗効果素子21の電極層30の下側にまで形成され、前記磁気抵抗効果素子の多層膜29の下側には形成されないため、磁気抵抗効果素子21を形成する場所には、絶縁層39の形成による段差が発生している。従って、前記磁気抵抗効果素子21形成のパターン精度を向上させるには、絶縁層39の側部に傾斜面39aが形成されていることが好ましい。

## 【0071】

図5に示すように、磁気抵抗効果素子21及びモニター素子22の上には、上部ギャップ層31が形成され、さらに前記上部ギャップ層31の上には、絶縁層40が形成されている。前記絶縁層40は、モニター素子22の上側から、磁気抵抗効果素子21の電極層30上にまで形成されている。モニター素子22上の絶縁層40はABS面から露出して形成されるが、磁気抵抗効果素子21の電極層30の上に形成された前記絶縁層40は、ABS面から露出して形成されていても、いなくてもどちらでもよい。

## 【0072】

前記絶縁層40の形成により、ABS面の研削加工によって、モニター素子22のABS面に露出している電極層34にスメアリング（だれ）が発生しても、

A B S 面において前記磁気抵抗効果素子 2 1 と上部シールド層 3 2 との間の電氣的な絶縁を適正に保つことができ、同時に、磁気抵抗効果素子 2 1 内部における電極層 3 0 と上部シールド層 3 2 間の電氣的な絶縁を適正に保つことができる。

## 【0073】

本発明では、絶縁層 3 9 の膜厚と下部ギャップ層 2 7 の膜厚（ギャップ長）G 1 とを足した総合膜厚、及び絶縁層 4 0 の膜厚と上部ギャップ層 3 1 の膜厚（ギャップ長）G 2 とを足したが 700 オングストローム以上であることが好ましい。

## 【0074】

以上のように、本発明では、下部シールド層 2 6 とモニター素子 2 2 との間に下部ギャップ層 2 7 の他に、絶縁層を形成しているので、下部シールド層 2 6 とモニター素子 2 2 との間隔を従来に比べて大きくすることができ、したがって、A B S 面の研削加工によって、A B S 面に露出する下部シールド層 2 6 にスミアリング（だれ）が発生しても、A B S 面における前記モニター素子 2 2 と下部シールド層 2 6 との間の電氣的な絶縁を適正に保つことができる。

## 【0075】

なお本発明では、下部ギャップ層 2 7 の膜厚と絶縁層の膜厚を足した総合膜厚を 700 オングストローム以上で形成することにより、より適切に、A B S 面における前記モニター素子 2 2 と下部シールド層 2 6 との間の電氣的な絶縁を適正に保つことができる。

## 【0076】

次に、主にモニター素子 2 2 の下側に形成される層の製造方法について図面を参照しながら説明する。まず、図 2 に示すように、絶縁層 2 8 をリフトオフ法で形成する場合について説明する。

## 【0077】

図 7 に示す工程では、 $Al_2O_3-TiC$ （アルミナーチタンカーバイト）基板 20 の上に形成された  $Al_2O_3$  等の下地絶縁層 19 の上に、NiFe 合金などの磁性材料によって形成された下部シールド層 26 を形成し、さらに前記下部シールド層 26 の上に、一定の間隔  $t_4$  をおいてリフトオフ用のレジスト層 41 を形

成する。前記一定の間隔  $t_4$  は、後の工程で形成されるモニター素子 22 の幅寸法よりも大きい寸法で形成されている。

## 【0078】

図 8 に示す工程では、イオンミリングによって、前記レジスト層 41 に覆われていない下部シールド層 26 表面を深さ寸法  $h_5$  だけ削りとり、図 9 では、例えば  $Al_2O_3$  や  $SiO_2$  などの絶縁材料で形成された絶縁層 42 をスパッタ法等によって、前記下部シールド層 26 表面の凹部 26a 内に形成する。このとき、前記下部シールド層 26 表面と、絶縁層 42 表面とが同一平面状で形成されることが好ましい。

また図 9 における工程では、レジスト層 41 上に絶縁材料層 43 が形成される。

## 【0079】

図 10 に示す工程では、前記レジスト層 41 をリフトオフによって除去し、さらに下部シールド層 26 表面及び絶縁層 42 表面に  $Al_2O_3$  や  $SiO_2$  などの絶縁材料で形成された下部ギャップ層 27 を形成する。

## 【0080】

そして図 11 に示すように、下部シールド層 26 の凹部 26a 内に形成された絶縁層 42 の上に、下部ギャップ層 27 を介してモニター素子 22 をパターン形成する。

## 【0081】

なお図 11 に示す工程で、モニター素子 22 の形成と同時に、複数の磁気抵抗効果素子 21 を絶縁層 42 が形成されていない下部ギャップ層 27 の上に形成する。このとき、複数の磁気抵抗効果素子 21 と 1 つのモニター素子 22 とが列をなして形成されるようにする。

## 【0082】

また図 8 に示す下部シールド層 26 表面に形成される前記凹部 26a を、磁気抵抗効果素子 21 の電極層 30 が形成されるべき位置にも形成し、前記凹部 26a 内に絶縁層 42 を形成した後、モニター素子 22 と同時にパターン形成される磁気抵抗効果素子 21 のうち、磁気抵抗効果を利用した多層膜 29 を下部ギャッ



層 27 の上に形成し、電極層 30 を、絶縁層 42 が形成されている下部ギャップ層 27 の上に形成してもよい。

【0083】

また下部シールド層 26 表面に形成される前記凹部 26a を、少なくともモニター素子 22 と同時にパターン形成される磁気抵抗効果素子 21 の多層膜 29 よりも後方側に形成される電極層 30 の下側にまで形成し、前記凹部 26a 内に絶縁層 42 を形成してもよい。

【0084】

次に本発明における他の製造方法について図 12 から図 15 を参照しながら説明する。

図 12 に示す工程では、 $Al_2O_3-TiC$  (アルミナ-チタンカーバイド) 基板 20 の上に形成された  $Al_2O_3$  等の絶縁層 19 の上に、 $SiO_2$ 、 $Ta_2O_5$ 、 $TiO$ 、 $WO_3$ 、 $Al_2O_3$ 、 $Si_3N_4$ 、 $AlN$  のうちいずれかの絶縁材料で形成された絶縁材料層 43 を形成している。

【0085】

そして、図 13 に示すように、前記絶縁材料層 43 の上に、一定の幅寸法  $t_5$  を有するレジスト層 46 を形成する。なお前記幅寸法  $t_5$  は、後の工程で形成されるモニター素子 22 の幅寸法よりも大きい寸法値である。

【0086】

次に図 14 に示す工程では、 $CF_4$  ガス、 $BCl_3$  ガスによる等方性エッチング (プラズマエッチング) によって、前記レジスト層 46 に覆われていない絶縁材料層 43 を除去する。

【0087】

前述した  $SiO_2$ 、 $Ta_2O_5$ 、 $TiO$ 、 $WO_3$ 、 $Al_2O_3$ 、 $Si_3N_4$  の絶縁材料は、 $CF_4$  ガスによる等方性エッチングによってエッチング可能な材料であり、 $CF_4$  ガスを用いることにより、パーマロイ等で形成された下部シールド層 26 表面にエッチングによる損傷を与えることがない。

【0088】

また  $Al_2O_3$ 、 $AlN$  は、 $BCl_3$  ガスでエッチング可能である。このエッチ

ングの際、下部シールド層 26 表面も前記エッチングの影響を受けるが、エッチングレート等を適正に制御することで、前記下部シールド層 20 表面はほとんどエッチングされない。

## 【0089】

しかも等方性エッチングの後、洗浄を施すことで、前記下部シールド層 26 表面の腐食部分が適正に除去され、したがって前記下部シールド層 26 にエッチングによる損傷を与えないで、絶縁材料層 43 のパターン形成が可能である。

## 【0090】

そして、レジスト層 46 の下に残された絶縁材料層 43 が絶縁層 44 として残される。なおこの絶縁層 44 の幅寸法  $t_5$  は、後の工程で形成されるモニター素子 22 の幅寸法よりも大きい寸法値である。

## 【0091】

また絶縁層 44 の形成に、等方性エッチングを使用しているため、図 14 に示すように、前記絶縁層 44 の側部には、傾斜面 44a が形成される。

そして、前記絶縁層 44 の上に形成されているレジスト層 46 を除去し、さらに図 15 に示すように、前記絶縁層 44 上から下部シールド層 26 上にかけて下部ギャップ層 27 を形成する。そして図 15 に示すように、絶縁層 44 の上に、下部ギャップ層 27 を介してモニター素子 22 をパターン形成する。

## 【0092】

さらに図 16 から図 19 には、本発明における他の製造方法について図示されている。

図 16 では、 $Al_2O_3-TiC$  (アルミナ-チタンカーバイド) 基板 20 上に形成された  $Al_2O_3$  等の下地絶縁層 19 の上に、 $SiO_2$ 、 $Ta_2O_5$ 、 $TiO$ 、 $WO_3$ 、 $Al_2O_3$ 、 $Si_3N_4$ 、 $AlN$  のうちいずれかの絶縁材料で形成された絶縁材料層 43 を形成し、さらに前記絶縁材料層 43 上に、後の工程で形成されるモニター素子 22 の幅寸法よりも大きい幅寸法  $t_7$  を有するレジスト層 45 を形成する。

## 【0093】

次に図 17 に示す工程では、前記レジスト層 45 に対し熱処理を施す。この熱

処理によって図 17 に示すように前記レジスト層 45 は、その側部がだれて、前記側部に傾斜面 45 a が形成される。

【0094】

そして、図 18 に示す工程では、 $\text{CF}_4$  ガス、 $\text{BCl}$  ガスによる例えば RIE 等の異方性エッチングによって、レジスト層 45 に覆われていない絶縁材料層 43 を除去する。

【0095】

前述した  $\text{SiO}_2$ 、 $\text{Ta}_2\text{O}_5$ 、 $\text{TiO}$ 、 $\text{WO}_3$ 、 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 、 $\text{Si}_3\text{N}_4$ 、 $\text{AlN}$  の絶縁材料は、 $\text{CF}_4$  ガスによる異方性エッチングによってエッチング可能な材料であり、 $\text{CF}_4$  ガスを用いることにより、パーマロイ等で形成された下部シールド層 26 表面にエッチングによる損傷を与えることがない。

【0096】

また  $\text{Al}_2\text{O}_3$ 、 $\text{AlN}$  は、 $\text{BCl}_3$  ガスでエッチング可能である。このエッチングの際、下部シールド層 26 表面も前記エッチングの影響を受けるが、エッチングレート等を適正に制御することで、前記下部シールド層 20 表面はほとんどエッチングされない。

【0097】

しかも異方性エッチング（例えば RIE）の後、洗浄を施すことで、前記下部シールド層 26 表面の腐食部分が適正に除去され、したがって前記下部シールド層 26 にエッチングによる損傷を与えないで、絶縁材料層 43 のパターン形成が可能である。

【0098】

レジスト層 45 の下側に残された絶縁材料層 43 は、絶縁層 44 であり、この絶縁層 44 には、その側部に傾斜面 44 a が形成されている。

その理由は図 17 で、レジスト層 45 に熱処理を施して、側部に傾斜面 45 a を形成したことにより、前記傾斜面 45 a 部分のレジスト層 45 の膜厚は薄くなり、このため前記傾斜面 45 a 部分のレジスト層 45 も、前記傾斜面 45 a の膜厚に応じてエッチングの影響を受けて削り取られる。したがって、前記レジスト層 45 の傾斜面 45 a が膜厚に応じて削り取られることにより、前記レジスト層

45の傾斜面45a下に形成された絶縁層44の側部も、エッチングの影響を受けて、傾斜面44aが形成されるのである。

【0099】

そして、絶縁層44の上に形成されているレジスト層45を除去し、前記絶縁層44上から下部シールド層26上にかけて下部ギャップ層27を形成し、さらに前記絶縁層44上に、前記下部ギャップ層27を介してモニター素子22を形成する。なおこのモニター素子22の形成と同時に、複数の磁気抵抗効果素子21を絶縁層44が形成されていない下部ギャップ層27の上に形成する。このとき、複数の磁気抵抗効果素子21と1つのモニター素子22とが列をなして形成されるようにする。

【0100】

また図12から図15に示した製造工程及び図16から図19に示した製造工程では、モニター素子22が形成される下側にのみ絶縁層44を形成しているが、さらに図14及び図18に示す絶縁層44を磁気抵抗効果素子21の電極層30が形成される下側にまで形成し、図15及び図19に示す工程で、モニター素子22と同時にパターン形成される磁気抵抗効果素子21のうち、磁気抵抗効果を利用した多層膜29を下部ギャップ層27の上に形成し、電極層30を、絶縁層44が形成されている下部ギャップ層27の上に形成してもよい。

【0101】

特に、磁気抵抗効果素子21の電極層30の下側に形成される絶縁層44には傾斜面44aが形成されていることが好ましい。傾斜面44aが形成されていることにより、磁気抵抗効果素子21のパターン形成を精度よく行なうことが可能である。

【0102】

また前記絶縁層44を、少なくともモニター素子22と同時にパターン形成される磁気抵抗効果素子21の多層膜29よりも後方側に形成される電極層30の下側にまで形成してもよい。

あるいは磁気抵抗効果素子21の電極層30の下側に形成される絶縁層44をABS面から露出するように形成してもよい。

## 【0103】

なお上部ギャップ層 31 の上に形成される絶縁層の形成は、図 12 から図 15、あるいは図 16 から図 19 に示す製造方法を用いて形成することが好ましい。また前記上部ギャップ層 31 の上に形成される絶縁層を、モニター素子 22 の形成と同時にパターン形成される磁気抵抗効果素子 21 の電極層 30 の上側にまで形成した場合は、前記電極層 30 の上側に形成された絶縁層を ABS 面から露出するように形成してもよい。

## 【0104】

本発明では、上述したモニター素子 22 を有する基板を用い、磁気抵抗効果素子 21 の直流抵抗を、ある所定値に設定するハイト出し加工を施している。

本発明におけるハイト出し加工法は、モニター素子 22 の電極層 34 間の直流抵抗を測定しながら、図 1 に示す ABS 面 23 に対して研削加工（ハイト出し加工）を施す。

## 【0105】

この研削加工により、磁気抵抗効果素子 21 及びモニター素子 22 のハイト方向の長さ寸法は短くなっていき、モニター素子 22 の電極層 34 間の直流抵抗は徐々に大きくなっていく。

## 【0106】

ABS 面 23 から、例えば図 6 に示す一点鎖線 47-47 まで研削加工したときに、モニター素子 22 の直流抵抗値が所定値に達したら、そこで研削加工を終了すると、磁気抵抗効果素子 21 は、所定の直流抵抗を有するハイト方向の長さ寸法によって形成された状態となっている。

## 【0107】

## 【発明の効果】

以上詳述した本発明によれば、モニター素子と下部シールド層との間に下部ギャップ層の他に、絶縁層を ABS 面から露出して形成することで、前記モニター素子と下部シールド層との間隔を従来に比べて大きくすることができ、ABS 面の研削加工によって、ABS 面に露出する下部シールド層及び／またはモニター素子の電極層にスミアリングが発生しても、ABS 面における前記モニター素子

と上部シールド層との間の電氣的な絶縁を適正に保つことができる。

【0108】

なお前記モニター素子と上部シールド層との間に形成される下部シールド層と絶縁層との総合膜厚を700オングストローム以上で形成すると、より適性に、ABS面における前記モニター素子と上部シールド層との間の電氣的な絶縁を適正に保つことができる。

【0109】

また本発明では、前記絶縁層を、製品化がされる磁気抵抗効果素子の電極層の下側にまで形成してもよい。これにより、下部ギャップ層の膜厚が小さくなっても、前記磁気抵抗効果素子の内部での電極層と下部シールド層間の電氣的な絶縁を適性に保つことができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】

本発明における磁気抵抗効果素子を有する基板の形状を示す斜視図、

【図2】

図1に示す2-2線の部分断面図、

【図3】

本発明における第2の実施形態の構造を示す基板の部分断面図、

【図4】

本発明における第3の実施形態の構造を示す基板の部分断面図、

【図5】

本発明における第4の実施形態の構造を示す基板の部分断面図、

【図6】

磁気抵抗効果素子の平面図、

【図7】

本発明における磁気抵抗効果素子を有する基板の製造方法を示す一工程図、

【図8】

図7に示す工程の次に行われる一工程図、

【図9】

図 8 に示す工程の次に行われる一工程図、

【図 10】

図 9 に示す工程の次に行われる一工程図、

【図 11】

図 10 に示す工程の次に行われる一工程図、

【図 12】

本発明における磁気抵抗効果素子を有する基板の第 2 の製造方法を示す一工程図

【図 13】

図 12 に示す工程の次に行われる一工程図、

【図 14】

図 13 に示す工程の次に行われる一工程図、

【図 15】

図 14 に示す工程の次に行われる一工程図、

【図 16】

本発明における磁気抵抗効果素子を有する基板の第 3 の製造方法を示す一工程図

【図 17】

図 16 に示す工程の次に行われる一工程図、

【図 18】

図 17 に示す工程の次に行われる一工程図、

【図 19】

図 18 に示す工程の次に行われる一工程図、

【図 20】

従来における磁気抵抗効果素子を有する基板の構造を示す部分断面図、

【図 21】

従来における問題点を示す部分断面図、

【符号の説明】

19 下地絶縁層

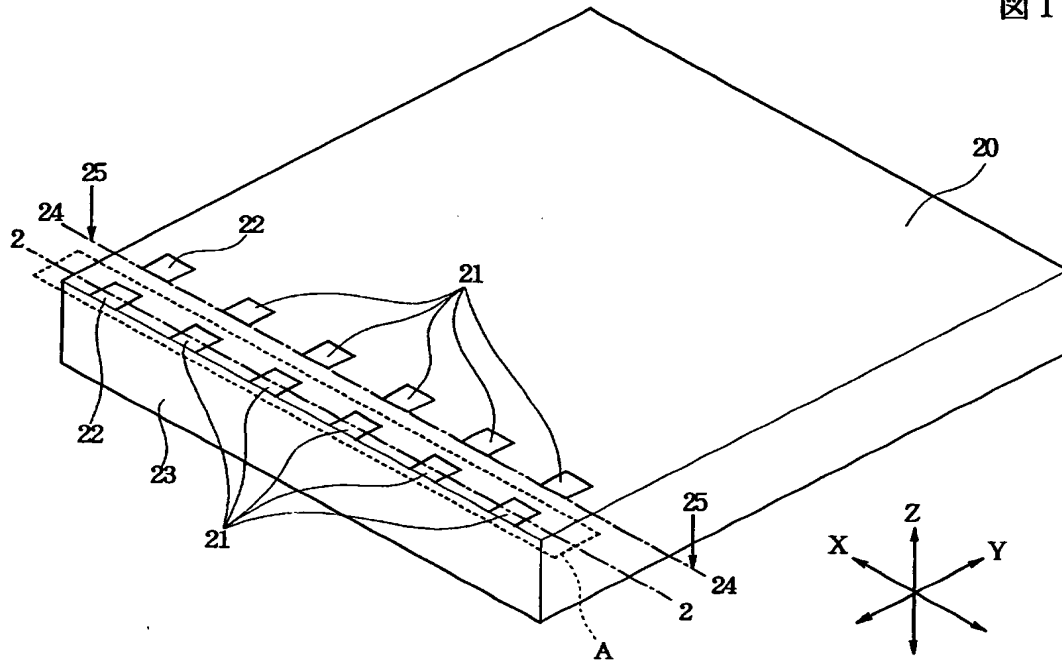
- 20 基板
- 21 磁気抵抗効果素子
- 22 モニター素子
- 23 ABS面
- 26 下部シールド層
- 27 下部ギャップ層
- 28、35、36、39、40、42、44 絶縁層
- 29、33 多層膜
- 30、34 電極層
- 31 上部ギャップ層
- 32 上部シールド層
- 41 リフトオフ用レジスト層
- 45、46 レジスト層



【書類名】 図面

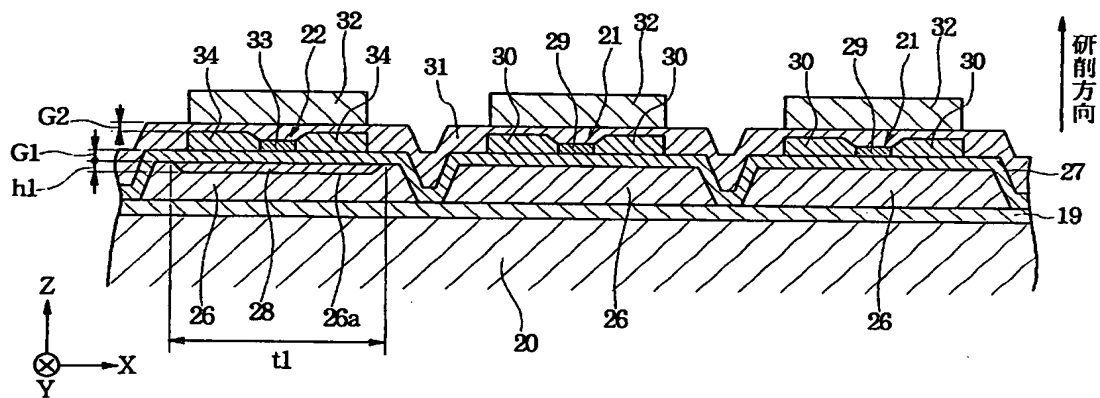
【図 1】

図 1

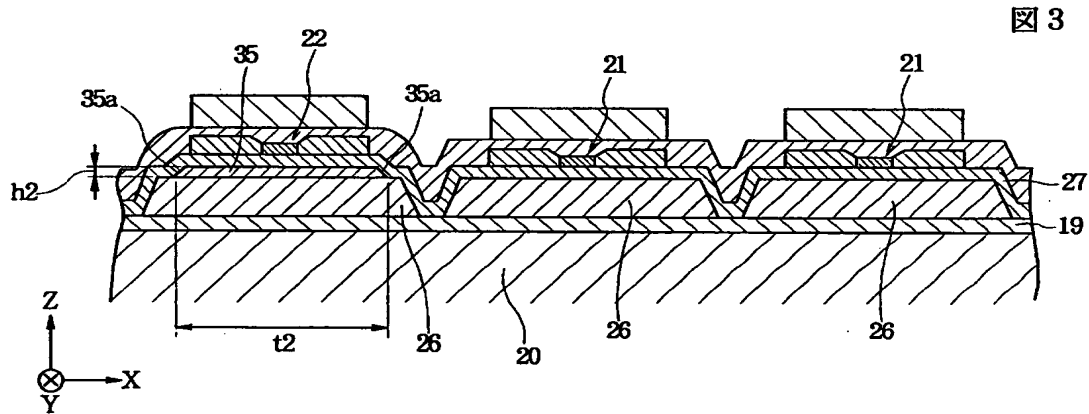


【図 2】

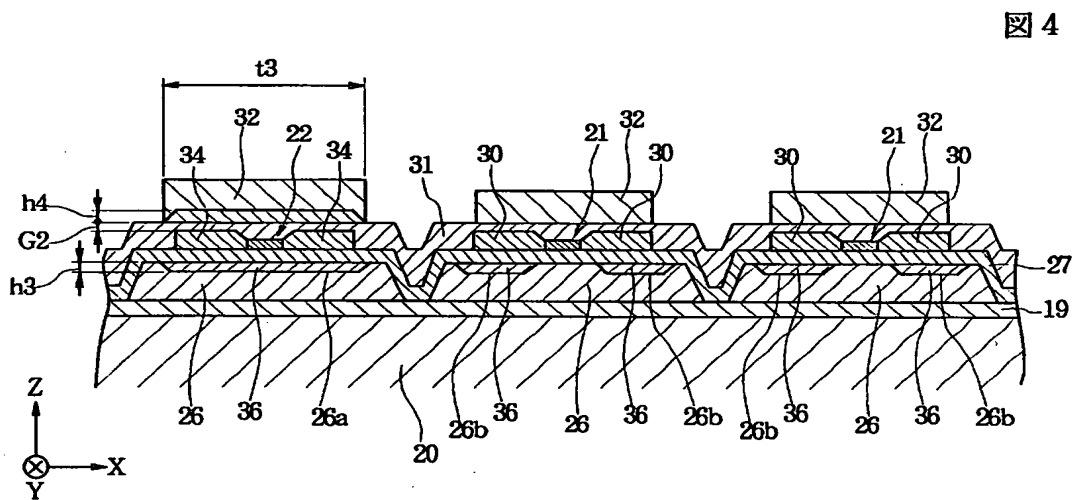
図 2



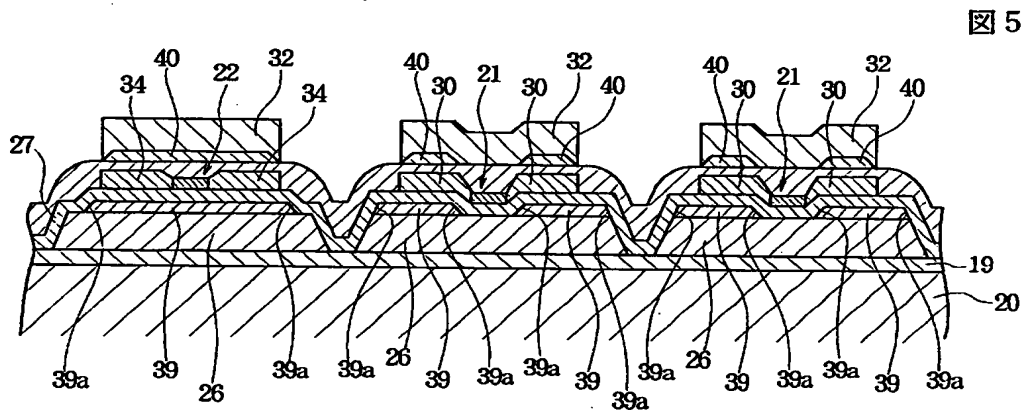
【図 3】



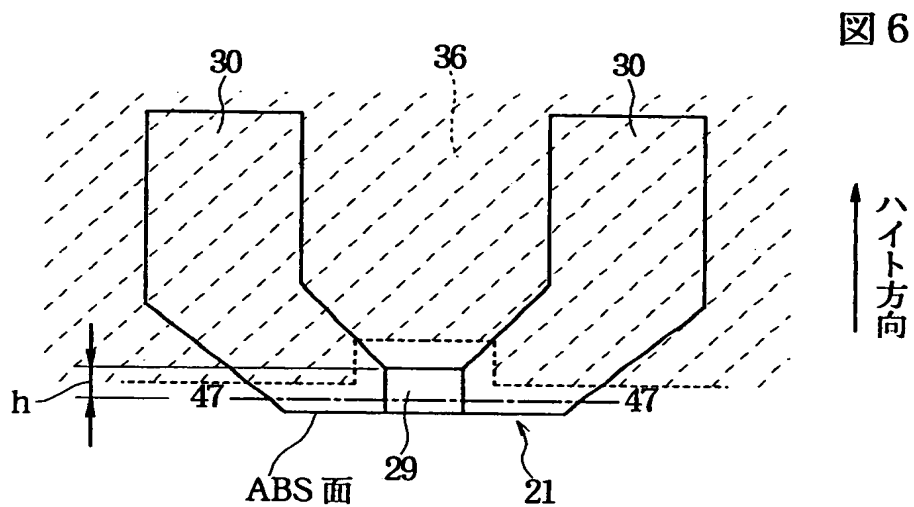
【図 4】



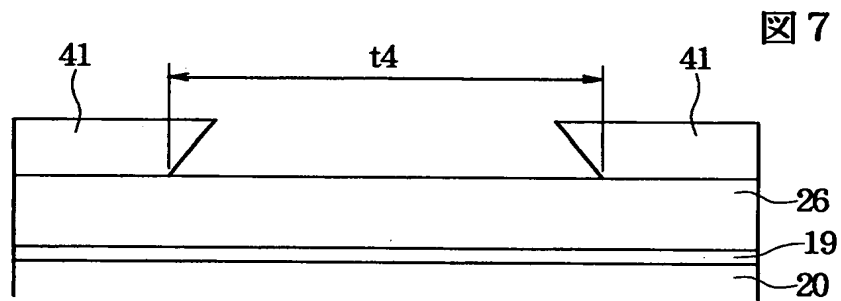
【図 5】



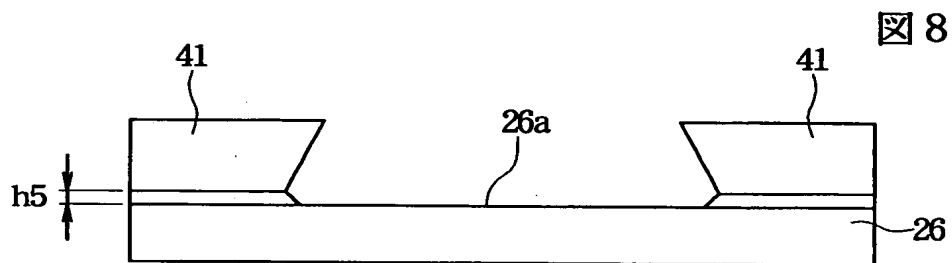
【図 6】



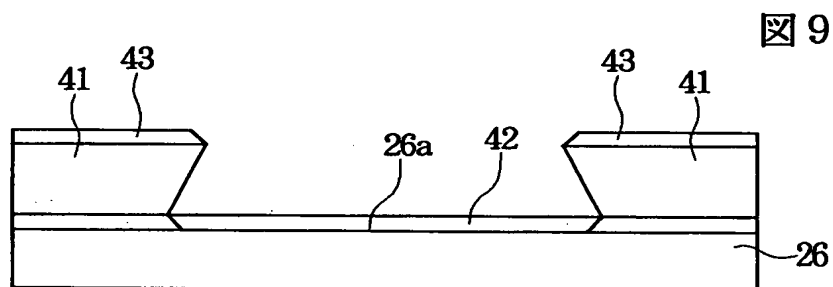
【図 7】



【図 8】

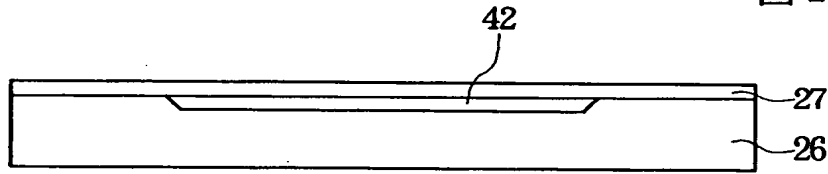


【図 9】



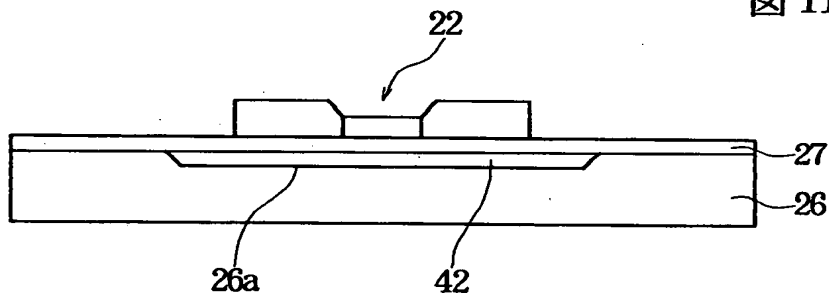
【図 10】

図 10



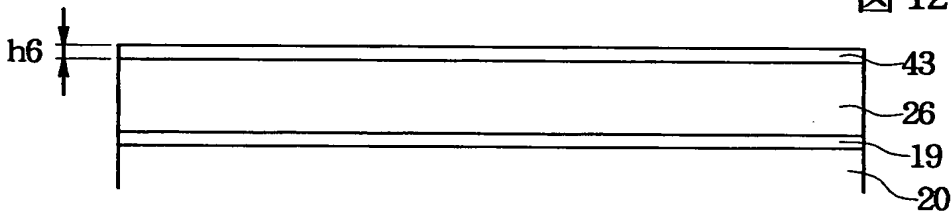
【図 11】

図 11



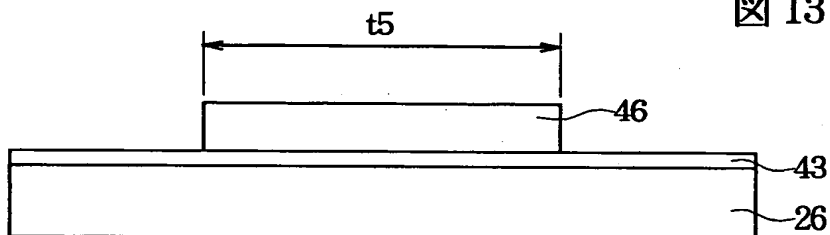
【図 12】

図 12

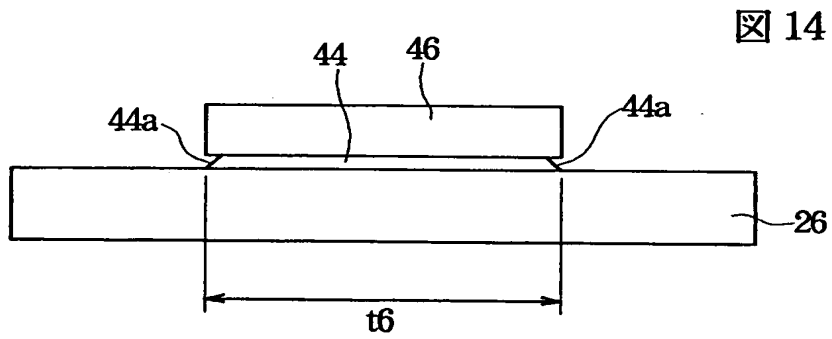


【図 13】

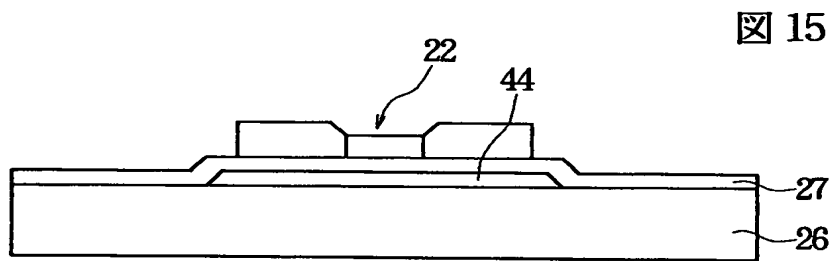
図 13



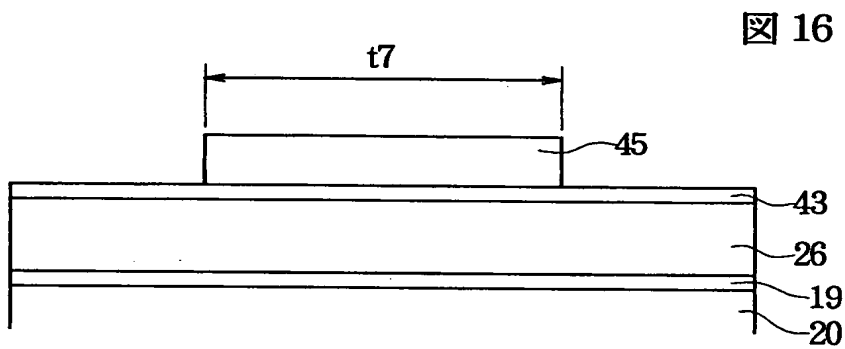
【図 14】



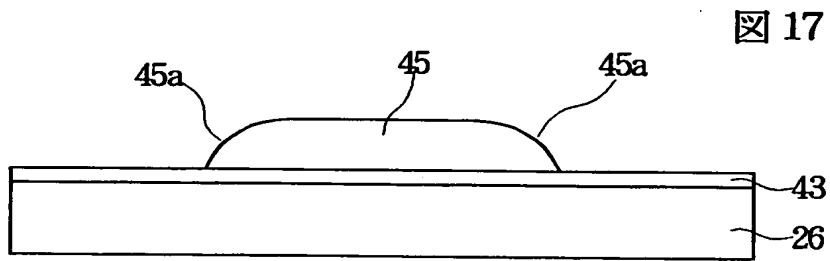
【図 15】



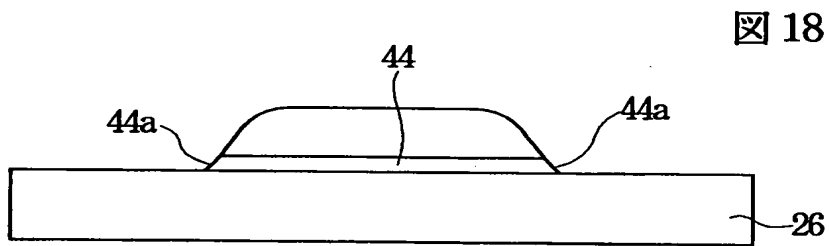
【図 16】



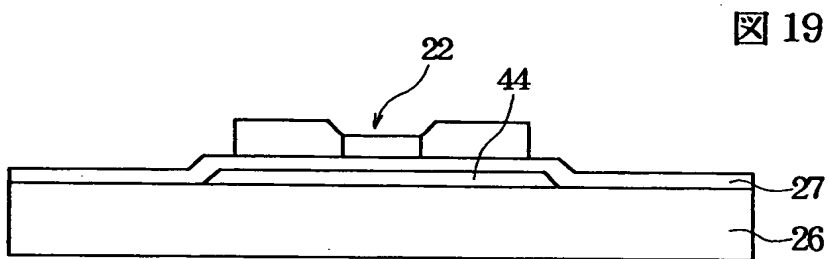
【図 17】



【図 18】



【図 19】







【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 基板上に形成されたモニター素子の直流抵抗を測定しながら、ハイト出し加工を施すと、モニター素子の上下にギャップ層を介して形成されたシールド層にスメアリング（だれ）が生じ、このスメアリングによって、モニター素子とシールド層とがショートし、適性に直流抵抗を測定できないといった問題があった。

【解決手段】 下部シールド層 26 には凹部 26 a が形成され、この凹部 26 a 内に絶縁層 28 が形成されている。そして前記絶縁層 28 の上には下部ギャップ層 27 を介してモニター素子 22 が形成されている。前記絶縁層 28 の形成により、モニター素子 22 と下部シールド層 26 との間隔は大きくなり、下部シールド層にスメアリングが生じても、電氣的な接続を防止できる。

【選択図】 図 2

【書類名】 職権訂正データ  
【訂正書類】 特許願

<認定情報・付加情報>

【特許出願人】

【識別番号】 000010098

【住所又は居所】 東京都大田区雪谷大塚町1番7号

【氏名又は名称】 アルプス電気株式会社

【代理人】 申請人

【識別番号】 100085453

【住所又は居所】 東京都新宿区大久保1丁目14番15号 三辰ビル

3F 野▲崎▼内外国特許事務所

【氏名又は名称】 野▲崎▼ 照夫

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000010098]

1. 変更年月日	1990年 8月27日
[変更理由]	新規登録
住 所	東京都大田区雪谷大塚町1番7号
氏 名	アルプス電気株式会社